

INFLUÊNCIA DO MANEJO NA FISIOLÓGIA REPRODUTIVA DO MACHO BOVINO

Raquel Rodrigues Costa Mello¹
Joaquim Esquerdo Ferreira¹
Marco Roberto Bourg de Mello¹
Helcimar Barbosa Palhano²

COSTA MELLO, R. R.; FERREIRA, J. E.; MELLO, M. R. B. de; PALHANO, H. B. Influência do manejo na fisiologia reprodutiva do macho bovino. *Arq. Ciênc. Vet. Zool. UNIPAR*, Umuarama, v. 19, n. 1, p. 57-63, jan./mar. 2016.

RESUMO: O conhecimento da fisiologia do desenvolvimento testicular e ponderal, a precocidade sexual, a capacidade de produção e qualidade espermática, além dos fatores que potencialmente interferem nestes processos, são importantes para prever a capacidade reprodutiva dos touros. Entre esses fatores, existem alguns que podem influenciar negativamente na fisiologia reprodutiva do touro, e, dessa forma, reduzir a fertilidade desses animais e causar esterilidade, tais como os fatores diretamente relacionados ao manejo e a nutrição. Dessa forma, torna-se de fundamental importância o conhecimento da fisiologia do desenvolvimento testicular e ponderal, e de como alguns fatores, como o manejo e o clima, podem interferir nestes processos. Portanto, o objetivo desta revisão é demonstrar como alguns fatores do ambiente, tais como o manejo e o clima, podem influenciar nessas características, com vistas à produção animal.

PALAVRAS-CHAVE: Degeneração testicular. Esteroidogênese. Estresse térmico. Produção espermática.

INFLUENCE OF MANAGEMENT ON THE REPRODUCTIVE PHYSIOLOGY OF MALE BOVINE

ABSTRACT: Knowledge of the physiology and weight of the testicular development, sexual precocity, ability and quality of sperm production, and the factors that potentially interfere with these processes are important for predicting the reproductive capacity of bulls. Among these factors, there are some that can negatively influence their reproductive physiology, and thus reduce their fertility, causing sterility, such as factors directly related to the management and nutrition. Thus, it is of fundamental importance to study the physiology of testicular development and weight, and how certain factors, such as management and climate, can interfere with these processes. Therefore, the aim of this review is to show how some environmental factors, such as management and climate, can influence these characteristics, aiming to animal production.

KEYWORDS: Heat stress. Sperm production. Steroidogenesis. Testicular degeneration.

INFLUENCIA DEL MANEJO EN LA FISIOLÓGIA REPRODUCTIVA DEL BOVINO MACHO

RESUMEN: El conocimiento de la fisiología del desarrollo testicular y ponderal, la precocidad sexual, la capacidad de producción y la calidad del espermatozoide, además de los factores que potencialmente interfieren en estos procesos, son importantes para predecir la capacidad reproductiva de los toros. Entre estos factores, hay algunos que pueden influir negativamente en la fisiología reproductiva del toro, y por lo tanto reducir la fertilidad de esos animales y causar esterilidad, tales como los factores directamente relacionados al manejo y la nutrición. Por lo tanto, es de fundamental importancia el conocimiento de la fisiología del desarrollo testicular y ponderal, y cómo ciertos factores, como el manejo y el clima, pueden interferir en estos procesos. Así, el objetivo de esta revisión es demostrar cómo algunos factores ambientales, tales como manejo y el clima, pueden influenciar en esas características, con miras a la producción animal.

PALABRAS CLAVE: Degeneración testicular. Esteroidogénesis. Estrés térmico. Producción espermática.

Introdução

Existem diversos fatores que podem influenciar negativamente na fisiologia reprodutiva do touro, e, dessa forma, reduzir a fertilidade dos animais e causar esterilidade. Fatores como processos infecciosos, nutricionais, genéticos e hormonais, além da senilidade, acarretam atrofia do epitélio seminífero e redução do volume testicular, interferindo, desse modo, na espermatogênese, ao reduzir a atividade testicular, predispondo os testículos à degeneração, que é a causa mais comum de infertilidade nos machos (CHACUR et al., 2010; ALMEIDA, 2011; BATISTA et al., 2015). Desse modo, verifica-se que uma fonte de prejuízo nos sistemas de

produção de bovinos de corte é o descarte de touros por alterações na qualidade do sêmen, sendo que os touros de raças mestiças são considerados inaptos à reprodução com maior frequência que os de raças puras (HORN et al., 2003).

O exame andrológico é uma ferramenta útil para avaliação de touros destinados à reprodução, uma vez que fornecem subsídios para selecionar reprodutores e eliminar do plantel animais inaptos (CHACUR et al., 2006; MIRANDA NETO et al., 2011). A capacidade reprodutiva desses animais pode ser avaliada com base na anamnese, associada ao exame físico e clínico do sistema genital externo e das glândulas anexas, bem como a avaliação da libido e das características macro e microscópicas do sêmen, que incluem

DOI: <https://doi.org/10.25110/arqvet.v19i1.2016.5792>

¹Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Instituto de Zootecnia.

²Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Instituto de Biologia, Departamento de Anatomia Animal, Km 07, BR 465, Seropédica, RJ, CEP: 23890-000. Departamento de Produção e Avaliação Animal, Km 07, BR 465, Seropédica, RJ, CEP: 23890-000.

volume, concentração, motilidade, turbilhonamento, vigor e a morfologia da população espermática do ejaculado, sendo que por meio dessa avaliação é possível detectar a ocorrência da degeneração testicular (UNANIAN et al., 2000; GUIMARÃES et al., 2011; FRENEAU et al., 2012).

O desempenho dos reprodutores depende obviamente do aprimoramento de técnicas de manejo e alimentação, mas é fundamental o conhecimento da fisiologia do desenvolvimento testicular e ponderal, além dos fatores que potencialmente interferem nestes processos, como a precocidade sexual e a capacidade de produção espermática (MOURA et al., 2002; GUIMARÃES et al., 2011; COSTA et al., 2015). Dessa forma, o objetivo desta revisão foi apresentar alguns aspectos da fisiologia reprodutiva do touro e como os fatores do ambiente, tais como o manejo e o clima, podem influenciar nessas características, com vistas à produção animal.

Fatores que influenciam a produção de espermatozoide

Manejo nutricional

A produção de sêmen depende de vários fatores, correlacionados ou não entre si, para que aconteça todo o processo de forma eficiente. Desse modo, fatores como idade, estado nutricional, genética, clima (luminosidade, temperatura e estresse) e alimentação são algumas variáveis e pode-se afirmar que qualquer modificação ou alteração nelas pode alterar tanto a produção quanto a qualidade do sêmen produzido (SANTOS et al., 2008; CHACUR et al., 2013; COSTA et al., 2015; CUNHA et al., 2015).

Verifica-se que a maior ou menor produção de espermatozoides depende da espécie animal, do volume testicular, de fatores estimulantes e limitantes da espermatogênese, bem como varia de animal para animal. Além disso, observa-se que o número de espermatozoides ejaculados é influenciado pela excitação sexual e frequência da ejaculação (HAFEZ; HAFEZ, 2004; ALMEIDA, 2011; GUIMARÃES et al., 2011).

A alimentação tem um efeito notável sobre o padrão de desenvolvimento sexual em todos os animais domésticos, em especial os bovinos. Quando a ingestão de energia é restrita, o desenvolvimento testicular diminui e a produção espermática pode ser reduzida, sendo que deficiências prolongadas de nutrientes essenciais podem provocar infertilidade. Por outro lado, uma alimentação excessiva e supérflua pode tornar os reprodutores obesos e indolentes, e também nesse caso com reflexos negativos nas taxas reprodutivas do animal (EMBRAPA, 2008; CHACUR et al., 2010; KASTELIC, 2014; CUNHA et al., 2015).

A subnutrição afeta o mecanismo endócrino, diminuindo a secreção do LH (hormônio luteotrófico) e a resposta da testosterona ao GnRH (hormônio gonadotrófico), alterando a funcionalidade testicular (HAFEZ; HAFEZ, 2004). Não há efeito da nutrição sobre a libido, porém no período de seca, quando a subnutrição é grave, este estado afeta fisicamente o animal (COSTA-E-SILVA, 2002). A queda de peso vivo e testicular, no período da seca, pode refletir na taxa de fertilidade da próxima estação, porque se exige do touro cerca de no mínimo 4 meses para se recuperar, em pastagem de boa qualidade (SILVA, 2002; SANTOS et al., 2005; BARTH

et al., 2008; DIAS et al., 2014).

O excesso de nutrição também pode prejudicar a fertilidade. Tanto no touro jovem como no adulto pode haver obesidade que afeta a termo regulação corporal e, conseqüentemente, a testicular, o balanço hormonal e a reserva epididimária (BATISTA et al., 2015). O excesso de gordura subcutânea no cordão testicular afeta a termo regulação no plexo pampiniforme, induzindo hipertermia, reduz a concentração intratesticular de testosterona, a reserva epididimária e aumenta as anormalidades espermáticas (CUNHA et al., 2015). Quando se oferece ao touro uma alimentação constituída de 100% de forragem, a produção espermática por dia é de 12%, sendo maior do que quando se oferece uma alimentação altamente energética, com 80% de grãos (SANTOS et al., 2005; DIAS et al., 2014).

As deficiências nutricionais também podem ocasionar lesões inflamatórias degenerativas nas gônadas, tais como degeneração, orquite, fibrose e calcificação. Segundo Miranda Neto et al. (2011), Chacur et al. (2013) e Linhares et al. (2015), 75 a 80% das patologias testiculares estão relacionadas à degeneração, incluindo a fibrose e a orquite, pois o epitélio dos túbulos seminíferos é altamente sensível a qualquer influencia adversa com efeitos marcantes na espermatogênese. Desse modo, deficiências de vitaminas, minerais, energia e proteínas, especialmente nos animais imaturos, subnutrição levando à caquexia ou a doenças crônicas podem causar atrofia e degeneração testicular por supressão dos hormônios gonadotróficos FSH e LH (PALHANO, 2008; CHACUR et al., 2010; CUNHA et al., 2015).

A degeneração testicular pode variar de leve a severa, e é a causa mais comum de infertilidade ou baixa fertilidade em machos bovinos, podendo ser ocasionada por diversos fatores, tais como influências térmicas, radiação, deficiências nutricionais, causas hormonais e idade avançada (PEZZINI et al., 2006; CHACUR et al., 2010; CUNHA et al., 2015). Em geral o processo de degeneração é bilateral e mais comumente causado por um processo generalizado, que pode se desenvolver rapidamente, dentro de poucos dias ou horas, enquanto que a regeneração ocorre lentamente, em semanas ou meses (HAFEZ; HAFEZ, 2004; CHACUR et al., 2013; BATISTA et al., 2015; COSTA et al., 2015).

A degeneração unilateral também pode ocorrer secundariamente a lesões testiculares localizadas, como tumores, sendo que ocorre destruição do epitélio germinativo, incluindo as espermatogônias e as células de Sertoli, não havendo a regeneração desse epitélio, o que faz com que este animal se torne estéril (ROMANO et al., 2008; MATHIAS et al., 2015). Observa-se também que a aplicação de hormônios androgênicos para melhorar a libido pode causar degeneração testicular (PALHANO, 2008).

Desse modo, tornam-se importante para os criadores conhecerem os fatores que afetam a fertilidade de machos reprodutores, fatores esses relacionados aos fenômenos de produção e viabilidade espermática, libido e habilidade de cobertura (GUIMARÃES et al., 2011; MIRANDA NETO et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2014).

Nesse sentido, o macho estéril e o macho com fertilidade reduzida devem ser rapidamente identificados, sendo que este último pode trazer sérios problemas e causas de perdas econômicas aos criadores e à indústria de inseminação artificial se permanecer no rebanho (GUIMARÃES et

al., 2011). Uma vez que os processos degenerativos afetem a produção, maturação, viabilidade dos espermatozoides e a produção de testosterona, esses processos podem determinar diversos graus de subfertilidade ou infertilidade dos animais, sendo de extrema importância um manejo correto dos reprodutores a fim de se evitarem essas condições patológicas no rebanho (PALHANO, 2008; DIAS et al., 2014; COSTA et al., 2015).

Estresse térmico

O estresse pode ser definido como a reação do organismo do animal às forças prejudiciais que, geralmente, manifestam-se por alterações comportamentais, associadas ao sistema nervoso autônomo, neuroendócrinas e adrenocorticais (MAFFEI, 2009). Um dos principais indicativos de que o animal está em situação de estresse é a elevação da concentração de cortisol na corrente sanguínea (GAULY et al., 2002; CURLEY et al., 2004; CRUZ; SOUZA, 2007).

O aumento do cortisol inibe a atividade do hipotálamo e da hipófise, provocando a queda na produção e secreção de diversos hormônios, tais como o hormônio estimulante da tireoide, e os hormônios FSH e LH (RIVIER; RIVEST, 1991). Desse modo, o aumento do cortisol pode interferir na espermatogênese, ao afetar negativamente a liberação de LH e consequentemente a produção de testosterona pelas células de Leydig (MAFFEI, 2009).

O aumento da temperatura ambiental é um dos principais fatores que pode ocasionar estresse nos animais de produção, prejudicando a espermatogênese normal. Os testículos se defendem do calor por meio de dois mecanismos, sendo um, muscular, distanciando as gônadas da parede abdominal o máximo possível, como consequência do relaxamento do cremaster externo e das fibras musculares dos dartos, e outro circulatório, provocando a queda de mais de 4° C na temperatura do sangue por meio do plexo pampiniforme (HAFEZ; HAFEZ, 2004; BATISTA et al., 2015; COSTA et al., 2015).

Este plexo tem uma importante função termorreguladora dos testículos, abaixando a temperatura do sangue que penetra no órgão pela artéria espermática. Quando a temperatura externa cai, cabe aos músculos cremaster e dartos, por contração, aproximar os testículos da parede abdominal, elevando a sua temperatura. O calor, entretanto, não prejudica a vida das células de Leydig produtoras de testosterona, onde se observa que os machos criptorquídicos, embora estéreis, mantem o seu desejo sexual (PALHANO, 2008; ALMEIDA, 2011). No entanto, o calor pode interagir na capacidade de monta, havendo, porém, touros mais adaptados do que outros aos climas quentes (De ALBA; RIERA, 1966).

Desse modo, para a funcionalidade do parênquima testicular é necessária uma temperatura média de cerca de 33° C, qualquer alteração desta temperatura em cerca de 0,5 a 1° C acima do normal, provocada por febre, estado tóxico, desequilíbrio nutricional, estresse de transporte, exposições, ou confinamento, provoca hipóxia no tecido testicular e epididimário, afetando o desenvolvimento da célula espermática (HAFEZ; HAFEZ, 2004; BATISTA et al., 2015; COSTA et al., 2015).

Isto ocorre em consequência do distúrbio no fluxo sanguíneo que aumenta a atividade metabólica e diminuição

do oxigênio. Como a funcionalidade do epidídimo e epitélio seminífero depende dos níveis de testosterona, há evidência que o calor e a hipóxia resultam em redução do hormônio LH e declínio de testosterona, afetando a espermatogênese, isto é, a função testicular (KASTELIC et al., 1997; SILVA, 2002; SANTOS et al., 2005; CHACUR et al., 2013; CUNHA et al., 2015).

Dependendo do estágio do desenvolvimento celular em que ocorre o estresse, aparecem os espermatozoides com defeitos, tais como a não condensação da cromatina, vacúolos, deformação da cabeça, mau funcionamento das mitocôndrias e falta de endurecimento das fibras da cauda do espermatozoide (HAFEZ; HAFEZ, 2004; BATISTA et al., 2015; COSTA et al., 2015; LINHARES et al., 2015).

Observa-se que, se as perturbações de temperatura forem graves, pode haver degeneração testicular, permanecendo intactas apenas as células primordiais, sendo que o testículo, nesta fase, torna-se flácido e de menor tamanho (HAFEZ; HAFEZ, 2004). No entanto, o tecido testicular tem uma grande capacidade de recuperação, e após passado o efeito do distúrbio, as espermatogônias reaparecem nos túbulos, e o testículo retorna a consistência e tamanho original, com produção espermática normal (SANTOS et al., 2005).

O efeito negativo do aumento da temperatura testicular sobre a qualidade do sêmen vem sendo estudado em diversas espécies domésticas desde meados do século XX (BICUDO et al., 2007; CHACUR et al., 2010; CUNHA et al., 2015). De acordo com Maia e Bicudo (2009), a menor fertilidade em touros submetidos ao estresse térmico pode ser devido a um maior nível de estresse oxidativo, onde haveria um desequilíbrio entre a produção das espécies reativas ao oxigênio (EROs) e os níveis de proteção antioxidante.

De fato, observa-se que a célula espermática é altamente sensível aos danos causados pelo acúmulo das EROs devido à alta quantidade de ácidos graxos poli-insaturados presentes na sua membrana plasmática e às baixas concentrações de enzimas antioxidantes no seu reduzido citoplasma (HAFEZ; HAFEZ, 2004). Apesar do efeito fisiologicamente normal das EROs na fisiologia espermática, um desequilíbrio entre a produção e a eliminação das EROs no sêmen pode acarretar efeitos prejudiciais ao espermatozoide (MAIA; BICUDO, 2009; SILVA; GUERRA, 2011). Além disso, observa-se que as concentrações séricas de LH diminuem após estresse pelo calor, o que afeta profundamente a espermatogênese (ROMANO et al., 2008; MAFFEI, 2009).

Desse modo, Galina e Arthur (1991), em uma revisão sobre aspectos reprodutivos em touros nos trópicos, salientam a importância da variação sazonal sobre a concentração espermática e a porcentagem de espermatozoides com defeitos morfológicos, indicando que a baixa qualidade do sêmen, em alguns animais, pode ocorrer em razão do desconforto causado por temperaturas ambientais elevadas. Fonseca et al. (1992), ao estudar a raça Nelore, concluíram que a qualidade do sêmen pode ser afetada pelo meio ambiente, por meio de flutuações na temperatura, umidade e fotoperíodo.

Diferenças entre *Bos taurus* e *Bos indicus*

Observa-se que dentro das inúmeras raças utilizadas para a cobertura a campo, existem aquelas que apresentam uma maior ou menor capacidade de se adaptar às variações

do meio ambiente (DIAS et al., 2014). Os touros zebuínos apresentam uma superfície de pele mais extensa e com maior número de glândulas sudoríparas, além de uma termogênese menor que os taurinos, características que permitem aos zebuínos ter uma melhor termorregulação, tornando-os mais resistentes ao estresse térmico do que os taurinos (PALHANO, 2008; GALVÃO, 2009; ALMEIDA, 2011).

Além disso, diferenças individuais na área da superfície corporal, no número de glândulas sudoríparas, na característica do escroto, do cone vascular e na termogênese podem determinar essa desigualdade entre os animais, influenciando na susceptibilidade ao calor, denominando um touro termo sensível ou termo resistente (COSTA-E-SILVA, 2002; GABALDI; WOLF, 2002; HAFEZ; HAFEZ, 2004).

Na época das águas, a luminosidade, o calor e a umidade propiciam uma pastagem de melhor qualidade desencadeando um maior equilíbrio alimentar para que a produção de hormônios sexuais e de espermatozoides não seja comprometida (COSTA-E-SILVA, 2002). Assim, as altas temperaturas encontradas durante a estação de monta fazem com que os animais mais adaptados possuam um desempenho reprodutivo melhor que outros menos adaptados (ALMEIDA, 2011; CHACUR et al., 2013).

Chacur et al. (2012) estudaram a influência das estações do ano nas características do sêmen e nas concentrações de testosterona e cortisol em touros Nelore e Simental com idade entre 48 e 72 meses, criados extensivamente. Estes autores observaram que houve correlação entre testosterona e motilidade, e testosterona e vigor na raça Simental; e cortisol e motilidade, e cortisol e vigor na raça Nelore. Desse modo, eles puderam verificar que o efeito das estações do ano modificou a qualidade do sêmen, com aumento da motilidade e vigor espermáticos na primavera e verão nos touros Simental, sendo que a concentração de cortisol diminuiu no outono nos touros Nelore, evidenciando o efeito das estações do ano sobre os parâmetros de fertilidade em touros.

No Brasil, têm sido observadas variações significativas do perímetro escrotal e da qualidade espermática entre as estações seca e chuvosa, caracterizando a recuperação de um quadro degenerativo testicular leve ou médio, ainda durante a estação de monta (FONSECA et al., 1992; FONSECA et al., 1993). Touros europeus pouco adaptados a climas mais quentes se desgastam mais rapidamente e tendem a buscar meios que os ajudem a alcançar a homeostase, sendo que buscam sombra, aumentam a ingestão de água, diminuem os períodos de pastejo e no decorrer da estação de monta debilitam-se a ponto de diminuir sua vida útil e, dentro de uma mesma estação de monta, necessitam ser submetidos a revezamentos, alternando períodos de atividade com descanso sexual (COSTA-e-SILVA, 1995).

Do mesmo modo, Costa-e-Silva (2002) sugeriu que os comportamentos sexuais já descritos para touros europeus apresentam distribuição e funções diferentes no decorrer do cio das fêmeas, ocorrendo em um período muito mais próximo ao serviço completo. Por outro lado, observa-se que os touros zebuínos, como o Nelore, ao identificarem uma fêmea receptiva, apresentam comportamentos que aparentemente exigem menor esforço físico que aqueles utilizados pelos europeus, sugerindo que animais mais adaptados parecem usar recursos diferentes que propiciariam um menor desgaste no processo de cortejo e monta.

Outras causas de infertilidade em machos

Na literatura, também é descrito que traumatismos localizados na bolsa escrotal, bem como a presença de ectoparasitos, como carrapatos, ácaros, fungos, além de queimaduras solares ou pelo frio e exposição a agentes clorados e radiações podem provocar distúrbios na termorregulação e, como consequência, afetar a espermatogênese (GALVÃO, 2009; GALVÃO et al., 2010; CUNHA et al., 2015; MATHIAS et al., 2015). Segundo Carlton e McGavin (1998), embora a dermatite da pele escrotal seja comumente inespecífica, alguns patógenos como *Dermatophilus congolensis* e *Besnoitia besnoiti* em touros acometem preferencialmente a pele da bolsa escrotal, o que pode causar degeneração testicular.

Desse modo, a dermatite causada por agentes biológicos resulta em hipertermia local, o que pode interferir na função termorregulatória e causar degeneração. O espessamento da pele observado em lesões crônicas da bolsa escrotal também é passível de comprometer a termorregulação testicular, o que pode resultar em redução da fertilidade dos animais (CARVALHO JÚNIOR et al., 2010; LOPES et al., 2011; SANTOS et al., 2013).

Observa-se que normalmente é por meio do exame andrológico que se pode ter a primeira evidência de quadros de degeneração testicular, geralmente causada por distúrbios gerais de saúde, especialmente quando ocorre febre e toxemia, durante a preparação intensa de touros para exposições e leilões, e devido à falta de adaptação ao meio ambiente (BICUDO et al., 2007). Em tais eventos, devido ao estresse por conta do transporte e das aglomerações de animais e pessoas, os animais podem perder peso, sendo necessário que estes recebam um manejo alimentar adequado, com níveis suficientes de energia e proteína, a fim de manterem seu metabolismo compatível com a saúde testicular e, consequentemente, com produção espermática normal (HAFEZ; HAFEZ, 2004; FRENEAU et al., 2012).

Nesse sentido, Rosa et al. (1996) avaliaram características adaptativas, de crescimento e de reprodução em função da transferência do planalto central para o pantanal sul-mato-grossense, e de dois tipos de recria (em pasto cultivado e em campo nativo) comparativamente com o ambiente original. Esses autores observaram que os animais mantidos no planalto central apresentaram maior peso corporal e melhor aproveitamento na reprodução do que os animais transferidos para o pantanal, demonstrando o efeito do estresse causado pelo transporte no desempenho reprodutivo de machos bovinos.

Considerações Finais

Diante do exposto neste trabalho de revisão, para garantir o bom desenvolvimento do rebanho e níveis altos de eficiência reprodutiva, torna-se essencial oferecer condições favoráveis de bem-estar para os machos que irão para o processo reprodutivo, desde o período de cria até que estes atinjam a maturidade sexual, estando ou não no período de estação de monta. Para tanto, devem-se conhecer a biologia da espécie e se adequar a estrutura do pasto e das áreas de manejo intensivo ao ambiente tropical, bem como treinamen-

to orientado para o manejo racional em nível de fazenda, a fim de se evitar o estresse, que poderia comprometer o processo de produção de espermatozoides.

Referências

- ALMEIDA, A. B. **Fatores que influenciam a fisiologia testicular e desempenho sexual em touros**. 2001. Disponível em: <<http://www.beefpoint.com.br/radares-tecnicos/reproducao>>. Acesso em: 12 nov. 2013.
- BARTH, A. D.; BRITO, L. F.; KASTELIC, J. P. The effect of nutrition on sexual development of bulls. **Theriogenology**, v. 70, n. 3, p. 485-494, 2008.
- BATISTA, J. N. et al. Termorregulação em ruminantes. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 11, n. 2, p. 39-46, 2015.
- BICUDO, S. D.; SIQUEIRA, J. B.; MEIRA, C. Patologias do sistema reprodutor de touros. **Biológico**, v. 69, n. 2, p. 43-48, 2007.
- CARVALHO JÚNIOR, C. A. et al. Agentes infecciosos que podem promover infertilidade em machos da espécie ovina. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 34, p. 160-167, 2010.
- CARLTON, W. W.; MCGAVIN, M. D. **Patologia veterinária especial de Thomson**. 2. ed. Porto Alegre: ArtMed, 1998. 672 p.
- CHACUR, M. G. M.; ARAÚJO, M. C.; KNOUKA, S. N. Características seminais, corpóreas e anatômicas do aparelho reprodutor de reprodutores da raça Canchim aos 14 a 48 meses de idade. **Arquivo de Ciências Veterinárias da UNIPAR**, v. 9, p. 21-27, 2006.
- CHACUR, M. G. M. et al. Influência de um nutracêutico no sêmen, testosterona, cortisol, eritrograma e peso corpóreo em touros jovens *Bos taurus indicus*. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 2, p. 439-450, 2010.
- CHACUR, M. G. M. et al. Influência da estação do ano nas características do sêmen e na concentração de hormônios em touros Nelore e Simental. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n. 3, p. 540-546, 2012.
- CHACUR, M. G. M. et al. Seasonal effects on semen and testosterone in zebu and taurine bulls. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 41, p.1110, 2013.
- COSTA, D. F. et al. Influência do estresse calórico na fisiologia hormonal de bovinos. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 11, n. 2, p. 33-38, 2015.
- COSTA-E-SILVA, E. V. Limites dos touros da raça Nelore - O desafio da fertilidade. In: SYMPOSIUM - O NELORE DO SÉCULO, 31., v. 3, 1995, Ribeirão Preto, **Palestras**. Ribeirão Preto: Associação dos Criadores de Nelore do Brasil, 1995, p. 39-43.
- COSTA-E-SILVA, E. V. **Comportamento sexual de touros Nelore (*Bos taurus indicus*) em monta a campo e em testes de libido**. 2002. 137 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.
- CRUZ, V. F.; SOUZA, P. **Sistema integrado de monitoramento do bem-estar animal**. Áreas de transferência de tecnologia e bem-estar animal. 2007. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br>>. Acesso em: 12 nov. 2013.
- CUNHA, M. S. et al. Degeneração testicular em machos: dos animais ao homem. **Revista Investigação**, v. 14, n. 6, p. 54-61, 2015.
- CURLEY, J. R. et al. **Evaluation of temperament and stress physiology may be useful in breeding programs**. Texas: Beef Cattle Research in Texas publication (Section Physiology), 2004. p.1-4.
- DE ALBA, J.; RIERA, S. Sexual maturity and spermatogenesis under heat stress in the bovine. **Animal Production**, p.137-144, 1966.
- DIAS, J. C. et al. Níveis periféricos de testosterona total em touros Guzerá. **Ciência Animal Brasileira**, v. 15, n. 1, p. 64-73, 2014.
- EMBRAPA GADO DE CORTE. Apostila: **Capacidade reprodutiva de touros de corte**. 2008. Disponível em: <www.cnpqc.embrapa.br/publicacoes>. Acesso em: 12 nov. 2013.
- FONSECA, V. O. et al. Características seminais e circunferência escrotal de touros Nelore em diferentes estações do ano. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 17, n. 3-4, p. 135-145, 1992.
- FONSECA, V. O. et al. Aptidão reprodutiva de touros da raça Nelore: efeito das diferentes estações do ano sobre as características seminais circunferência escrotal e fertilidade. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 44, n. 1, p.7-15, 1993.
- FRENEAU, G. E.; FERREIRA, J. D. J.; SOBESTIANSKY, J. Avaliação das características seminais de varrões mantidos em centrais de inseminação com ambiente climatizado e não climatizado durante 12 meses. **Ciência Animal Brasileira**, v. 13, n. 4, p. 466-478, 2012.
- GABALDI, S. H.; WOLF, A. A Importância da termorregulação testicular na qualidade do sêmen em touros. **Ciência Agropecuária e Saúde**, v. 2, p. 66-70, 2002.
- GALINA, C. S.; ARTHUR, G. H. Review of cattle reproduction in the tropics. Part 6. The Male. **Animal Breeding**, v. 59, p. 403-412, 1991.

GALVÃO, A. **Avaliação da fertilidade de bovinos da raça Nelore, com infestação de *Dermatobia hominis* (Linnaeus Jr., 1781) na bolsa escrotal.** 2009. 28 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Instituto de Veterinária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2009.

GALVÃO, A. et al. Avaliação da eficiência reprodutiva de touros da raça Nelore experimentalmente infestados por larvas de *Dermatobia hominis* (Linnaeus Jr., 1781) na bolsa escrotal. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v. 32, n. 3, p. 172-177, 2010.

GAULY, M.; MATHIAK, H.; ERHARDT, G. Genetic background of behavioural and plasma cortisol response to repeated short-term separation and tethering of beef calves. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v. 119, n. 6, p. 379-384, 2002.

GUIMARÃES, J. D. et al. Seleção e manejo reprodutivo de touros zebu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 379-388, 2011.

HAFEZ, E. S.; HAFEZ, B. **Reprodução Animal**. 7. ed. Barueri: Manole, 2004. 513p.

HORN, M. M.; MORAES-FERRUGEM, J. O.; EDELWEISS, M. I. A. Quantificação dos estádios do ciclo espermatogênico em touros de raças sintéticas com e sem alteração na qualidade seminal. **Ciência Rural**, v. 33, n. 6, p. 1111-1115, 2003.

KASTELIC, J. P.; COOK, R. B.; COUTLER, G. H. Contribution of the scrotum, testes and testicular artery to scrotal/testicular thermo-regulation in bulls at ambient temperatures. **Animal Reproduction Science**, v. 45, p. 255-261, 1997.

KASTELIC, J. P. Understanding and evaluating bovine testes. **Theriogenology**, v. 81, n. 1, p. 18-23, 2014.

LINHARES, A. S. F. et al. Respostas fisiológicas e manejo adequado de ruminantes em ambientes quentes. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 11, n. 2, p. 27-33, 2015.

LOPES, W. D. Z. et al. Histopathology of the reproductive system of male sheep experimentally infected with *Toxoplasma gondii*. **Parasitology Research**, v. 109, p. 405-409, 2011.

MAFFEI, W. E. Reatividade animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 81-92, 2009.

MAIA, M. S.; BICUDO, S. D. Radicais livres, antioxidantes e função espermática em mamíferos: uma revisão. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 33, n. 4, p. 183-193, 2009.

MATHIAS, F. T. et al. Daily exposure to silver nanoparticles during prepubertal development decreases

adult sperm and reproductive parameters. **Nanotoxicology**, v. 9, n. 1, p. 64-70, 2015.

MOURA, A. A. A.; RODRIGUES, G. C.; MARTINS FILHO, R. Desenvolvimento ponderal e testicular, concentrações periféricas de testosterona e características de abate em touros da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 934-943, 2002.

MIRANDA NETO, T. et al. Puberdade e maturidade sexual em touros jovens da raça Simental, criados sob regime extensivo em clima tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 9, p. 1917-1924, 2011.

OLIVEIRA, M. E. F. et al. Effect of scrotal insulation associated to environmental discomfort on andrologic characteristics in Santa Inês rams. **Journal of Animal Science Advances**, v. 4, n. 10, p. 1051-1058, 2014.

PALHANO, H. B. Anatomia e fisiopatologia do aparelho genital do macho. In: PALHANO, H. B. **Reprodução em Bovinos**. 2 ed. Rio de Janeiro: L. F. Livros de Veterinária, 2008. p. 149-161.

PEZZINI, T. G. et al. Características seminais de touros Curraleiros e Holandeses submetidos à insulacção escrotal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 5, p. 863-868, 2006.

RIVIER, C. J.; RIVEST, S. Effects of stress on the activity of the hypothalamic-pituitary-gonadal. **Axis: Peripheral and Central Mechanisms Biology of Reproduction**, v. 45, p. 523-532, 1991.

ROMANO, R. M. et al. A exposição ao glifosato-Roundup causa atraso no início da puberdade em ratos machos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 45, n. 6, p. 481-487, 2008.

ROSA, A. N. et al. Performance adaptativa de touros Nelore introduzidos no pantanal sul-mato-grossense em relação a touros Nelore crioulos locais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza, CE, **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996.

SANTOS, K. J. G.; MELO, C. S.; PALES, A. P. Seleção de touros através da puberdade, maturidade e fatores envolvidos na fertilidade. **Revista Eletrônica da Faculdade de Montes Belos**, v. 1, n. 1, p. 72-87, 2005.

SANTOS, M. D. et al. Testes morphology and sperm quality of Nelore bulls fed a gossypol-enriched diet. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 15, n. 3, p. 134-139, 2008.

SANTOS, L. S. et al. Genital lesions in rams experimentally infected with *Histophilus somni*. **Archives of Veterinary Science**, v. 18, n. 2, p. 89-93, 2013.

SILVA, A. E. D. F. VII - Seleção de touros: puberdade, maturidade e fatores envolvidos na fertilidade. In.

MARGOR, A. N. **Curso de andrologia**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2002. p. 98-127.

SILVA, S. V.; GUERRA, M. M. P. Efeitos da criopreservação sobre as células espermáticas e alternativas para redução das crioinjúrias. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 35, n. 4, p. 370-384, 2011.

UNANIAN, M. M. et al. Características biométricas testiculares para avaliação dos touros zebuínos da raça nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 136-144, 2000.

Recebido em: 26.11.2013

Acesso em: 31.03.2016